

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-180161

(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl.

C22C 9/06

H01H 1/02

H01R 13/03

(21)Application number : 2000-381863

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 15.12.2000

(72)Inventor : HIRAI TAKAO  
USAMI TAKAYUKI

## (54) HIGH STRENGTH COPPER ALLOY

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a copper alloy which has excellent strength, electric conductivity, bending workability, stress relaxation characteristics, adhesion for plating or the like, and is suitable as the material for a terminal, a connector, a switch or the like.

SOLUTION: The high strength copper alloy has a composition containing, by mass, 3.5 to 4.5% Ni, 0.7 to 1.0% Si, 0.01 to 0.20% Mg, 0.05 to 1.5% Sn and 0.2 to 1.5 Zn, and, in which the content of S is limited to <0.005%, and the balance Cu with inevitable impurities. Its crystal grain size is >0.001 to 0.025 mm, also, the shape of the crystal grains, i.e., the ratio between the major axis (a) of the crystal grains in the cross section parallel to the final plastic working direction and the major axis (b) of the crystal grains in the cross-section orthogonal to the final plastic working direction (a/b) is  $\leq 1.5$ , and its tensile strength is  $\geq 800$  N/mm<sup>2</sup>.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-180161  
(P2002-180161A)

(43)公開日 平成14年6月26日(2002.6.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
C 2 2 C 9/06		C 2 2 C 9/06	5 G 0 5 0
H 0 1 H 1/02		H 0 1 H 1/02	C
H 0 1 R 13/03		H 0 1 R 13/03	A

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願2000-381863(P2000-381863)	(71)出願人	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(22)出願日	平成12年12月15日(2000.12.15)	(72)発明者	平井 崇夫 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		(72)発明者	宇佐見 隆行 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	5C050 AA13 AA23 AA29 AA43 AA45 AA53 BA03 BA10 BA12 CA01 DA10 EA01 EA06 EA14

(54)【発明の名称】 高強度銅合金

(57)【要約】

【課題】 端子、コネクタ、スイッチなどの材料として好適な、強度、導電性、曲げ加工性、応力緩和特性、メッキ密着性などに優れる銅合金を提供する。

【解決手段】 Niを3.5～4.5mass%、Siを0.7～1.0mass%、Mgを0.01～0.20mass%、Snを0.05～1.5mass%、Znを0.2～1.5mass%含み、Sの含有量を0.005mass%未満に制限し、残部がCuおよび不可避免的不純物からなる銅合金であって、その結晶粒径が0.001mmを超え0.025mm以下であり、かつ前記結晶粒の形状、つまり最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)が1.5以下であり、引張強さが80.0N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする高強度銅合金。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Niを3.5～4.5mass%、Siを0.7～1.0mass%、Mgを0.01～0.20mass%、Snを0.05～1.5mass%、Znを0.2～1.5mass%含み、Sの含有量を0.005mass%未満に制限し、残部がCuおよび不可避不純物からなる銅合金であって、その結晶粒径が0.001mmを超え0.025mm以下であり、かつ前記結晶粒の形状、つまり最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)が1.5以下であり、引張強さが800N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする高強度銅合金。

【請求項2】 Niを3.5～4.5mass%、Siを0.7～1.0mass%、Mgを0.01～0.20mass%、Snを0.05～1.5mass%、Znを0.2～1.5mass%含み、更にAg0.005～0.3mass%、Co0.05～2.0mass%、Cr0.005～0.2mass%の中から選ばれる1種または2種以上を総量で0.005～2.0mass%含み、Sの含有量を0.005mass%未満に制限し、残部Cuおよび不可避不純物からなる銅合金であって、その結晶粒径が0.001mmを超え0.025mm以下であり、かつ前記結晶粒の形状、つまり最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)が1.5以下であり、引張強さが800N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする高強度銅合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、端子、コネクタ、スイッチなどの材料として好適な高強度銅合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の電気・電子機器の小型化および高性能化に伴って、そこに用いられるコネクタなどの材料にも、より厳しい特性改善が要求されるようになった。具体的には、例えば、コネクタのばね接点部に使用される板材の厚さが非常に薄くなり接触圧力の確保が難しくなっている。即ち、コネクタのばね接点部では、通常、板材(ばね材)を撓ませて、その反力で電氣的接続に必要な接触圧を得ているが、板材の厚さが薄くなると同じ接触圧を得るためには撓み量を大きくする必要があり、そうすると、板材が弾性限度を超えて塑性変形してしまうことがある。このため、板材には弾性限度の一層の向上が要求されることになる。

【0003】この他、コネクタのばね接点部の材料には応力緩和特性、熱伝導性、曲げ加工性、耐熱性、メッキ密着性、マイグレーション特性など多岐に渡る特性が要求される。中でも強度、応力緩和特性、熱・電気伝導

性、曲げ加工性が重要である。ところで、前記コネクタのばね接点部には、従来より、リン青銅が大量に用いられているが、リン青銅は前記要求を完全に満たすことができず、近年は、より高強度で応力緩和特性に優れ、導電性も良好なベリリウム銅(JIS-C1753合金)への切り替えが進んでいる。しかしながら、ベリリウム銅は非常に高価な上、金属ベリリウムには毒性がある。

【0004】このため、前記接点部材料には、ベリリウム銅と同等の特性を有し、かつ安価で、安全性の高い材料が強く望まれるようになり、多くの材料の中から比較的強度の高いCu-Ni-Si系合金(特開昭63-130739号公報など)が注目され、昭和60年代後半に盛んに研究され多数の発明がなされた。しかし、現在市場で使用されている銅合金を見渡すと、当時開発されたCu-Ni-Si系合金は、残念ながらベリリウム銅の代替材には成り得ていない。その理由は強度および応力緩和特性がベリリウム銅に及ばないためと思われる。

【0005】この他、前記接点部材料には、前記Cu-Ni-Si系合金の応力緩和特性をMgを添加して改善した銅合金が提案されている(特開平5-59468号公報など)が、Mgを添加しただけではベリリウム銅と同等の応力緩和特性は得られず、更なるブレイクスルーが必要とされている。本発明の目的は、端子、コネクタ、スイッチなどの材料として好適な、強度、導電性、曲げ加工性、応力緩和特性、メッキ密着性などに優れる銅合金を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、従来から知られているCu-Ni-Si系合金を近年のニーズを満足するように改良し、前記課題を解決した銅合金である。

即ち、請求項1記載の発明は、Niを3.5～4.5mass%、Siを0.7～1.0mass%、Mgを0.01～0.20mass%、Snを0.05～1.5mass%、Znを0.2～1.5mass%含み、Sの含有量を0.005mass%未満に制限し、残部がCuおよび不可避不純物からなる銅合金であって、その結晶粒径が0.001mmを超え0.025mm以下であり、かつ前記結晶粒の形状、つまり最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)が1.5以下であり、引張強さが800N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする高強度銅合金である。

【0007】請求項2記載の発明は、Niを3.5～4.5mass%、Siを0.7～1.0mass%、Mgを0.01～0.20mass%、Snを0.05～1.5mass%、Znを0.2～1.5mass%含み、更にAg0.005～0.3mass%、Co0.05～2.0mass%、Cr0.005～0.2mass%の中から選ばれる1種または2種以上を総量で0.005～2.0mass%含み、Sの含有量を0.005mass%未満に制限し、残部Cu

および不可避不純物からなる銅合金であって、その結晶粒径が0.001mmを超え0.025mm以下であり、かつ前記結晶粒の形状、つまり最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)が1.5以下であり、引張強さが800N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする高強度銅合金である。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明は電子機器用コネクタに好適な銅合金であるが、強度、導電性(熱・電気伝導性)、曲げ加工性、応力緩和特性、メッキ密着性などが要求されるあらゆる電気・電子機器用部材に適用可能である。本発明の銅合金は、Cuマトリックス中にNiとSiの化合物が析出した適度の強度と導電性を有する銅合金に、Sn、Mg、Znを適量添加し、更に結晶粒径を0.001mmを超え0.025mm以下とし、同時に最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと、最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比(a/b)を1.5以下として曲げ加工性と応力緩和特性を改善することを骨子としている。本発明者等は、特に応力緩和特性を従来のベリリウム銅と同等以上にするためには、Ni、Si、Mg、Sn、Znの含有量、結晶粒径および結晶粒の形状を厳密に制御することが重要であり、これら要素のうちの一つが欠けた場合でも目標とする特性値が得られないことを新たに知見し、この知見に基づき更に検討を重ねて、本発明を完成させるに至った。

【0009】以下に本発明の銅合金の合金元素について説明する。CuにNiとSiを添加すると、Ni-Si系化合物(Ni<sub>2</sub>Si相)がCuマトリックス中に析出して強度および導電性が向上することが知られている。本発明において、Niの含有量を3.5~4.5mass%に規定する理由は、3.5mass%未満ではベリリウム銅と同等以上の強度が得られず、4.5mass%を超えると casting 時や熱間加工時に強度向上に寄与しない析出が生じ添加量に見合う強度が得られないばかりか、熱間加工性および曲げ加工性に悪影響を及ぼすという問題が生じるためである。

【0010】SiはNiとNi<sub>2</sub>Si相を形成するため、Ni量が決まると最適なSi添加量が決まる。Si量が0.7mass%未満ではNi量が少ないときと同様にベリリウム銅と同等以上の強度が得られず、Si量が1.0mass%を超えるとNi量が多い場合と同じ問題が生じる。

【0011】強度はNiおよびSi量によって変化し、それに対応して応力緩和特性も変化する。従って、ベリリウム銅と同等以上の応力緩和特性を得るためには、NiおよびSiの含有量を本発明の範囲内に確実に制御する必要があり、更に後述のMg、SnおよびZnの含有量、結晶粒径および結晶粒の形状を適正に制御する必要

がある。

【0012】Mg、Sn、Znは本発明を構成する重要な合金元素である。これらの元素は相互に関係しあって良好な特性をバランス良く実現している。Mgは応力緩和特性を大幅に改善するが、曲げ加工性には悪影響を及ぼす。応力緩和特性の改善にはMg量は0.01mass%以上で多ければ多いほど良いが、0.20mass%を超えると曲げ加工性が要求特性を満たさなくなる。本発明ではNi<sub>2</sub>Si相の析出による強化量が従来のCu-Ni-Si系合金よりも格段に大きいことから、曲げ加工性が低下し易いので、Mg量は厳密に制御する必要がある。

【0013】SnはMgと相互に関係し合って、応力緩和特性をより一層向上させるが、その効果はMg程大きくない。Snが0.05mass%未満ではその効果が十分に現れず、1.5mass%を超えると導電性が大幅に低下する。

【0014】Znは曲げ加工性を若干改善する。Zn量を0.2~1.5mass%に規定することにより、Mgを最大0.20mass%まで添加しても実用上問題ないレベルの曲げ加工性が得られる。この他、ZnはSnメッキやハンダメッキの密着性やマイグレーション特性を改善する。Zn量が0.2mass%未満ではその効果が十分に得られず、1.5mass%を超えると導電性が低下する。

【0015】次に、強度向上に有効なAg、Co、Crの副成分元素について説明する。Agは耐熱性および強度を向上させると同時に、結晶粒の粗大化を阻止して曲げ加工性を改善する。Ag量が0.005mass%未満ではその効果が十分に得られず、0.3mass%を超えて添加しても特性上に悪影響はないもののコスト高になる。これらの観点からAgの含有量は0.005~0.3mass%とする。

【0016】CoはNiと同様にSiと化合物を形成して強度を向上させる。Coの含有量を0.05~2.0mass%に規定する理由は、0.05mass%未満ではその効果が十分に得られず、2.0mass%を超えると曲げ加工性が低下するためである。

【0017】Crは銅中に微細に析出して強度向上に寄与する。0.005mass%未満ではその効果が十分に得られず、0.2mass%を超えると曲げ加工性が劣化してくる。これらの観点からCrの最適含有量は0.005~0.2mass%とする。

【0018】前記Ag、Co、Crを2種以上同時に添加する場合の総含有量は、要求特性に応じて0.005~2.0mass%の範囲内で決定される。

【0019】Sは熱間加工性を悪化させるため、その含有量は0.005mass%未満に規定する。特には0.002mass%未満が望ましい。

【0020】本発明では、強度や導電性などの特性を低下させない範囲でFe、Zr、P、Mn、Ti、V、P

10

20

30

40

50

b、Bi、Alなどを添加しても良い。例えば、Mnは熱間加工性を改善する効果があり、導電性を劣化させない程度に0.01~0.5mass%添加することは有効である。

【0021】本発明では、前記組成の銅合金の特性を好適に実現するために結晶粒および結晶粒の形状を厳密に規定する。本発明において、前記結晶粒径を0.001mmを超え0.025mm以下に規定する理由は、結晶粒径が0.001mm以下では再結晶組織が混粒（大きさの異なる結晶粒が混在した組織）と成り易く、曲げ加工性並びに応力緩和特性が低下し、また結晶粒径が0.025mmを超えると曲げ加工性に悪影響が及ぶためである。なお、前記結晶粒径はJISH0501（切断法）に基づいて測定した値とする。

【0022】本発明において、結晶粒の形状とは、最終塑性加工方向と平行な断面における結晶粒の長径aと最終塑性加工方向と直角な断面における結晶粒の長径bの比（a/b）を指し、前記比（a/b）を1.5以下に規定する理由は、前記比（a/b）が1.5を超えると、応力緩和特性が低下するためである。なお、前記比（a/b）が0.8を下回る場合も応力緩和特性が低下し易くなるので、0.8以上が望ましい。

【0023】本発明の銅合金は、例えば、鑄塊を熱間圧延し、次いで冷間圧延、溶体化熱処理、時効熱処理、最終冷間圧延、低温焼鈍の各工程を順に施して製造される。本発明において、前記結晶粒径および結晶粒の形状は、前記製造工程において、熱処理条件、圧延加工率、圧延の方向、圧延時のバックテンション、圧延時の潤滑条件、圧延時のパス回数などを調整して制御する。

【0024】本発明において、最終塑性加工方向とは、最終に施した塑性加工が圧延加工の場合は圧延方向、引抜（線引）の場合は引抜方向を指す。なお、塑性加工とは圧延加工や引抜加工であり、テンションレベラーなどの矯正（整直）を目的とする加工は含めない。

【0025】本発明において、引張強さを800N/mm<sup>2</sup>以上に規定する理由は、引張強さが800N/mm<sup>2</sup>未満だと応力緩和特性が低下するためである。この理由は明らかでないが、引張強さと応力緩和特性には相関関係があり、引張強さが低いと応力緩和特性が低下する傾向にある。ベリリウム銅と同等以上の応力緩和特性を実現するためには、圧延条件などを選定して、引張強さを800N/mm<sup>2</sup>以上にすることが必要である。

【0026】

【実施例】以下に本発明を実施例により詳細に説明する。

（実施例1）表1に示す本発明規定組成の銅合金（No. A~D）を高周波溶解炉にて溶解し、DC法により厚さ30mm、幅100mm、長さ150mmの鑄塊に鑄造した。次にこれら鑄塊を1000℃で30分間保持後、厚さ12mmに熱間圧延し、その後、速やかに冷却

した。次いで、熱間圧延板を、両面各1.5mmずつ切削して酸化被膜を除去したのち、冷間圧延（イ）により厚さ0.265~0.280mmに加工し、次いで875℃~900℃の温度で15秒間熱処理し、その後、直ちに15℃/sec以上の冷却速度で冷却した。次に不活性ガス雰囲気中で475℃で2時間の時効処理を施し、次いで最終塑性加工である冷間圧延（ハ）を行い、最終的な板厚を0.25mmに揃えた。前記最終塑性加工後、引き続き350℃で2時間の低温焼鈍を施して銅合金板材を製造した。

【0027】（比較例1）表1に示す本発明規定組成の銅合金（No. A、B）を下記製造条件により加工して厚さ0.25mmの銅合金板材を製造した。即ち、製造条件は、熱間圧延後、酸化皮膜を除去するまでは実施例1と同じ工程とし、その後、冷間圧延（イ）により厚さ0.265~0.50mmに加工し、次いで875℃~925℃の温度で15秒間熱処理し、その後、直ちに15℃/sec以上の冷却速度で冷却し、ここで試料によっては50%以下の冷間圧延（ロ）を行い、次いで実施例1と同じ条件で、不活性ガス雰囲気中での時効処理→最終塑性加工（冷間圧延（ハ）、最終板厚0.25mm）→低温焼鈍を施して銅合金板材を製造した。

【0028】（比較例2）表1に示す本発明規定外組成の銅合金（No. E~M）を用いた他は、実施例1と同じ方法により銅合金板材を製造した。

【0029】（比較例3）表1に示す本発明規定外組成の銅合金（No. H、K）を下記製造条件により加工して厚さ0.25mmの銅合金板材を製造した。即ち、製造条件は、熱間圧延後、酸化皮膜を除去するまでは実施例1と同じ工程とし、その後、冷間圧延（イ）により厚さ0.40~0.42mmに加工し、次いで850℃~875℃の温度で15秒間熱処理し、その後、直ちに15℃/sec以上の冷却速度で冷却し、次いで実施例1と同じ条件で、不活性ガス雰囲気中での時効処理→最終塑性加工（冷間圧延（ハ）、最終板厚0.25mm）→低温焼鈍を施して銅合金板材を製造した。

【0030】実施例1および比較例1~3で製造した各々の銅合金板材について（1）結晶粒径、（2）結晶粒形状、（3）引張強さと伸び、（4）導電率、（5）曲げ加工性、（6）応力緩和特性、（7）メッキの耐熱剥離性（密着性）を評価した。従来のベリリウム銅（JIS-C1753合金）板材についても同様の評価を行った。（1）の結晶粒径はJISH0501（切断法）に基づいて測定した。即ち、図1に示すように、板材の最終冷間圧延方向（最終塑性加工方向）と平行な断面をA、および最終冷間圧延方向と直角な断面をBとし、前記断面Aでは最終冷間圧延方向と平行な方向と直角な方向の2方向で結晶粒径を測定し、測定値の大きい方を長径a、小さい方を短径とした。前記断面Bでは板面の法線方向と平行な方向と、板面の法線方向と直角な方向の

2方向で結晶粒径を測定し、測定値の大きいほうを長径b、小さい方を短径とした。前記結晶粒径は、前記銅合金板の結晶組織を走査型電子顕微鏡で1000倍に拡大して写真に撮り、写真上に200mmの線分を引き、前記線分で切られる結晶粒数nを数え、 $(200\text{mm}/(n \times 1000))$ の式から求めた。前記線分で切られる結晶粒数が20に満たない場合は、500倍の写真に取り長さ200mmの線分で切られる結晶粒数nを数え、 $(200\text{mm}/(n \times 500))$ の式から求めた。

【0031】(1) 結晶粒径は、断面A、Bで求めたそれぞれの長径と短径の4値の平均値を0.005mmの整数倍に丸めて示した。

(2) 結晶粒の形状は、前記断面Aの長径aを前記断面Bの長径bで除した値 $(a/b)$ で示した。

(3) 引張強さと伸びは、JIS Z 2201記載の5号試験片を用い、JIS Z 2241に準拠して求めた。

(4) 導電率はJIS H 0505に準拠して求めた。

(5) 曲げ加工性の評価は、内側曲げ半径が0.1mm\*

\*の90°曲げを行い、曲げ部にクラックが生じないものは良好(O)、クラックが生じたものは不良(X)と判定した。

(6) 応力緩和特性は、日本電子材料工業会標準規格(EMAS-3003)の片持ちブロック式を採用し、表面最大応力が600N/mm<sup>2</sup>となるよう負荷応力を設定して150℃恒温槽に1000時間保持して緩和率(S. R. R.)を求めた。0hr試験後の緩和率(S. R. R.)で示した。

10 (7) メッキの密着性は、試験片に厚さ3μmの共晶半田をメッキし、これを大気中150℃で1000時間加熱した後、90°の曲げおよび曲げ戻しをしたのち、曲げ部分の半田メッキの密着状況を目視観察した。メッキの剥離が認めら無い場合は密着性良好(O)、剥離したものは密着性不良(X)と判定した。結果を表2に示す。

【0032】

【表1】

	鑄塊 No	Ni wt%	Si wt%	Mg wt%	Sn wt%	Zn wt%	S wt%	その他 wt%
本発 明例	A	3.9	0.90	0.10	0.18	0.49	0.002	
	B	4.0	0.91	0.06	0.52	0.50	0.002	
	C	3.8	0.89	0.11	0.19	0.49	0.002	Ag0.02
	D	3.9	0.90	0.11	0.18	0.50	0.002	Cr0.006
比較 例	E	3.2	0.68	0.10	0.20	0.50	0.002	
	F	5.0	1.17	0.10	0.21	0.49	0.002	
	G	3.9	0.89	<0.01	0.21	0.50	0.002	
	H	3.9	0.90	0.38	0.20	0.50	0.002	
	I	4.0	0.90	0.10	0.02	0.50	0.002	
	J	3.9	0.89	0.08	2.01	0.50	0.002	
	K	3.9	0.88	0.09	0.20	0.12	0.002	
	L	3.9	0.88	0.08	0.19	0.51	0.002	Cr0.4
	M	1.9	0.46	0.09	0.33	0.49	0.011	
従来例		C1753 Cu-0.3wt%Be-1.9wt%Ni-0.5wt%Al						

【0033】

【表2】

分類	試料 No.	結晶粒径 mm	結晶粒 の形状	引張 強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %	導電率 %IACS	曲げ性 クラック の有無	S.R.R %	メッキ 剥離
本発明例	A 1	0.005	1.1	880	12	33	○	8	○
	A 2	0.005	0.7	885	11	33	○	10	○
	A 3	0.005	1.2	890	10	33	○	9	○
	A 4	0.010	1.1	875	12	32	○	7	○
	B 5	0.005	1.1	895	11	29	○	7	○
	C 6	0.005	1.0	900	12	33	○	8	○
	D 7	0.005	1.1	900	10	33	○	8	○
	E 8	0.005	1.1	730	18	39	○	17	○
比較例	F 9	熱間加工中に割れが生じ製造を中止							
	G 10	0.005	1.0	880	12	34	○	19	○
	H 11	0.005	1.1	890	10	31	×	7	○
	H 12	0.005	1.6	910	9	31	×	18	○
	I 13	0.005	1.1	870	12	35	○	14	○
	J 14	冷間圧延中にコバ割れが生じ製造を中止							
	K 15	0.005	1.1	885	10	34	×	8	×
	K 16	<0.001	1.7	900	8	34	×	20	×
	L 17	0.005	1.0	890	11	33	×	7	○
	M 18	熱間加工中に割れが生じ製造を中止							
	A 19	0.005	1.7	910	9	32	○	19	○
	A 20	0.005	2.0	920	8	32	×	25	○
	A 21	0.030	1.1	870	12	33	×	7	○
	A 22	<0.001	1.0	890	10	32	×	9	○
	B 23	0.030	2.0	925	8	28	×	23	○
従来例 C1753		—	—	860	13	33	○	10	○

(註) 試料No. 1～7は実施例1。試料No. 19～23は比較例1。  
試料No. 8～11、13～15、17、18は比較例2。  
試料No. 12、16は比較例3。

【0034】表2から明らかなように、本発明例のNo. 1～7は、いずれも優れた特性を示している。これに対し、比較例のNo. 8は、Ni、Si量が少なかったため引張強さおよび応力緩和特性が低く、従来のC1753合金より劣った。No. 9はNi、Si量が多かったため熱間加工中に割れが生じ正常に製造することができなかった。No. 10とNo. 13はMg量、Sn量がそれぞれ本発明の規定値を外れたため応力緩和特性に劣っている。No. 11はMg量が多いため曲げ加工性が劣った。No. 12はMg量が多い上、結晶粒の形状が本発明規定値外のため曲げ加工性の他、応力緩和特性にも劣った。No. 14はSn量が多いため冷間圧延中にコバ割れが生じ製造を中止した。No. 15はZn量が少ないため、曲げ加工性に劣り、メッキ剥離が起きた。No. 16はZn量が少ない上、結晶粒径と結晶粒の形状がともに本発明規定値外のため、曲げ加工性に劣り、メッキ剥離が起き、更に応力緩和特性も低下した。No. 17はCr量が本発明規定値外のため曲げ加工性が低下した。No. 18はS量が本発明規定値を超えているため熱間圧延中に割れが発生し正常に製造すること

30 ができなかった。No. 19とNo. 20は結晶粒の形状が本発明規定値外のため何れも応力緩和特性が大幅に低下した。No. 20は曲げ加工性も低下した。No. 21、22は結晶粒径が本発明規定値外のため何れも曲げ加工性が低下した。No. 23は結晶粒の形状および結晶粒径が本発明規定値外のため曲げ加工性および応力緩和特性に劣った。

#### 【0035】

【発明の効果】以上に記述したように、本発明の高強度銅合金は、強度、導電性、曲げ加工性、応力緩和特性、  
40 メッキの密着性などに優れるため、近年の傾向である電気・電子機器部品の小型化および高性能化に好適に対応できる。本発明の銅合金は端子、コネクタ、スイッチなどに好適であるが、その他、スイッチ、リレーなどの一般導電材料としても好適である。依って、工業上顕著な効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で規定する結晶粒径および結晶粒形状の求め方の説明図である。

【図1】

